

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-226299

(43)公開日 平成5年(1993)9月3日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 7353-4M

F 7353-4M

審査請求 未請求 請求項の数6(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-293892

(22)出願日 平成4年(1992)10月6日

(31)優先権主張番号 特願平3-272760

(32)優先日 平3(1991)10月21日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(31)優先権主張番号 特願平3-279114

(32)優先日 平3(1991)10月25日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 谷内 正治

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

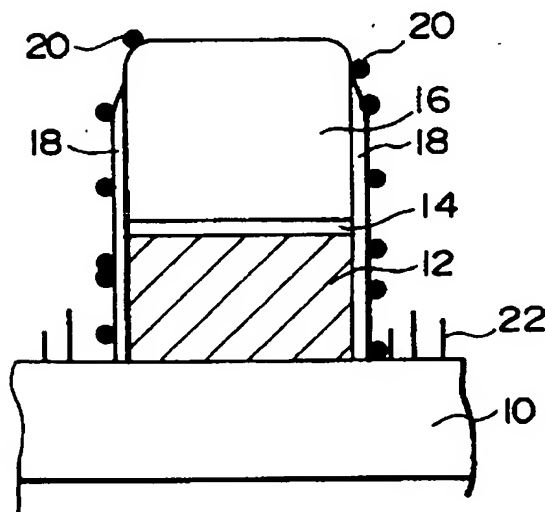
(74)代理人 弁理士 井上 一 (外2名)

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 アルミニウムを含む配線層のエッチング処理によって生成する側壁保護膜の除去を阻害することなく、残留塩素を確実に除去することができる半導体装置の製造方法を提供する。

【構成】 半導体装置の製造方法は、(a)ウェハ上に形成された、アルミニウムを含む配線層12を、塩素および塩素化合物の少なくとも一方を含む反応ガスを用いてドライエッチングする工程、(b)20~150℃のステージ温度で、少なくとも水素原子を有する化合物を含む反応ガスをプラズマ化させ、活性化水素によって残留塩素20を除去する工程、および(c)20~150℃のステージ温度で、酸素を含む反応ガスをプラズマ化させ、レジスト層16を除去する工程、を含む。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) ウェハ上に形成された、アルミニウムを含む配線層を、塩素および塩素化合物の少なくとも一方を含む反応ガスを用いてドライエッチングする工程、

(b) 20～150℃のステージ温度で、少なくとも水素原子を有する化合物を含む反応ガスをプラズマ化させ、活性化水素によって残留塩素を除去する工程、および

(c) 20～150℃のステージ温度で、酸素を含む反応ガスをプラズマ化させ、主としてレジスト層をアッシングによって除去する工程、を含む半導体装置の製造方法。

【請求項2】 (a) ウェハ上に形成された、アルミニウムを含む配線層を、塩素および塩素化合物の少なくとも一方を含む反応ガスを用いてドライエッチングする工程、

(b) 20～150℃のステージ温度で、フッ素およびフッ素化合物の少なくとも一方と酸素とを含む反応ガスをプラズマ化させ、主としてレジスト層および前記(a)工程によって生成した側壁保護膜を除去する工程、および

(c) 150～250℃のステージ温度で、少なくとも水素原子を有する化合物と酸素とを含む反応ガスをプラズマ化させ、主としてレジスト層および残留塩素を除去する工程、を含む半導体装置の製造方法。

【請求項3】 請求項1または請求項2において、前記(b)工程または(c)工程で用いられる、前記少なくとも水素原子を有する化合物は、炭素数が1～4の脂肪族アルコール、炭素数が1～4の脂肪族炭化水素、水素および水から選択される少なくとも1種である半導体装置の製造方法。

【請求項4】 請求項3において、前記少なくとも水素原子を有する化合物は、メチルアルコールである半導体装置の製造方法。

【請求項5】 請求項1または請求項2において、前記(b)工程で、ステージ温度が20～100℃である半導体装置の製造方法。

【請求項6】 請求項1において、前記(c)工程に引き続いて、少なくともフッ素原子および炭素原子を含む反応ガスを用い、これをプラズマ化させてフロロカーボンからなる保護膜を形成する工程を有する半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体装置の製造方法、特にアルミニウムを含む配線層のエッチング後の後処理に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、配線層はBCl<sub>3</sub>、やCl<sub>2</sub>などの塩素系のガスで、所定のパターンに形成されたレジスト

層を介してエッチングを行い、その後例えば40℃程度のステージ温度中で酸素ガスを用いてアッシングを行いレジスト層を除去していた。その後水洗などによる後処理によって残留塩素を除去し、該塩素による配線層の腐蝕を防止していた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述したような従来の処理方法では、残留塩素を完全に除去することができず、このような残留塩素により水洗処理前に配線層が腐蝕したり、あるいは配線層を構成するアルミニウム合金中に含まれるシリコンがエッチング残渣として残留するという課題を有していた。

【0004】 さらに、前記配線層のドライエッチングの後処理において問題になるのは、ドライエッチング工程において生成する側壁保護膜の除去である。

【0005】 側壁保護膜は、配線層を異方性エッチングする際にエッチング層の側壁に形成される一種の保護膜である。この保護膜は、エッチング反応と同時に発生するプラズマ中のラジカルが反応し、被エッチング層の側壁に反応生成物が堆積して形成されたものであると考えられている。

【0006】 文献「JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol. 19, No. 7, July 1980(pp.L405-L408)」では、側壁保護膜はフォトレジストから離脱した成分が重合した有機物であるとの知見が開示されている。

【0007】 この側壁保護膜が形成されることにより、被エッチング層のアンダーカットが阻止され、垂直方向の異方性エッチングが達成される。

【0008】 しかし、ドライエッチング後に前記側壁保護膜が残留した場合には、幾つかの問題点、例えば、側壁保護膜中にも塩素が残留しているため金属配線層の腐蝕の原因となること、およびフォトレジストを除去した後に被エッチング層の側面に尖鋭な側壁保護膜が残留すると、この側壁保護膜がその後に形成される上層部を損傷すること、などを生ずるおそれがある。

【0009】 本発明は、このような課題を解決するものであり、その目的は、配線層のエッチング処理後における残留塩素を確実に除去する半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0010】 本発明の他の目的は、前記側壁保護膜を確実に除去する半導体装置の製造方法を提供することにある。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 本願の第1の発明にかかる半導体装置の製造方法は、(a) ウェハ上に形成された、アルミニウムを含む配線層を、塩素および塩素化合物の少なくとも一方を含む反応ガスを用いてドライエッチングする工程、(b) 20～150℃のステージ温度で、少なくとも水素原子を有する化合物を含む反応ガスをプラズマ化させ、活性化水素によって残留塩素を除去す

3

る工程、および(c) 20~150℃のステージ温度で、酸素を含む反応ガスをプラズマ化させ、主としてレジスト層をアッシングによって除去する工程、を含む。

【0012】第2の発明にかかる半導体装置の製造方法は、(a) ウェハ上に形成された、アルミニウムを含む配線層を、塩素および塩素化合物の少なくとも一方を含む反応ガスを用いてドライエッチングする工程、(b) 20~150℃のステージ温度で、フッ素およびフッ素化合物の少なくとも一方と酸素とを含む反応ガスをプラズマ化させ、主としてレジスト層および前記(a)工程によって生成した側壁保護膜を除去する工程、および(c) 20~250℃のステージ温度で、少なくとも水素原子を有する化合物と酸素とを含む反応ガスをプラズマ化させ、主としてレジスト層および残留塩素を除去する工程、を含む。

【0013】

【作用】第1の発明の製造方法においては、ドライエッチング工程(a)の後に、少なくとも水素原子を有する化合物を含む反応ガスを用いてプラズマを発生させ、活性化水素によって塩素を置換することにより、ウェハならびに配線層上に残留した塩素をほぼ完全に除去することができる。

【0014】また、残留塩素を除去する工程(b)およびレジスト層をアッシングする工程(c)におけるステージ温度を20~150℃、好ましくは20~100℃、より好ましくは20~60℃に設定することにより、ドライエッチング工程(a)によって形成される側壁保護膜の除去を容易とする。

【0015】本願発明者により、側壁保護膜は、被エッチング層がアルミニウムを主体とする場合には、およそ150℃を超えると硬化して除去しにくい性質を有していることが見出されている。

【0016】第1の発明においては、この知見に基づいて、工程(b)および(c)において、そのステージ温度を側壁保護膜が硬化する温度より低い温度で実施しているため、後の洗浄処理によって側壁保護膜の除去を容易に行うことができる。

【0017】この第1の発明においては、工程(c)の後に、フッ素および炭素を含む反応性ガスをプラズマ化させて、化学的気相成長(CVD)によってフッ素化合物の被膜を形成して外気との接触をなくすことにより、塩素に起因する配線層の化学的腐蝕をより完全に防止することができる。

【0018】そして、前記側壁保護膜は、その後、例えばアミン系溶液などのウェット洗浄により容易に除去することができる。

【0019】第2の発明においては、ドライエッチング工程(a)に引き続いて、20~150℃、好ましくは20~100℃、より好ましくは20~60℃のステージ温度で、かつフッ素およびフッ素化合物の少なくとも一

4

方と酸素とを含む反応ガスをプラズマ化させることにより、側壁保護膜とレジスト層の一部とを除去することができる(工程(b))。その後、20~250℃、好ましくは100~250℃、より好ましくは150~250℃の高いステージ温度で、少なくとも水素原子を有する化合物と酸素とを含む反応ガスをプラズマ化させることにより、レジスト層および残留塩素を完全に除去することができる(工程(c))。

【0020】第1の発明の工程(b)および第2の発明の工程(c)において用いられる、少なくとも水素原子を有する化合物としては、炭素数が1~4の脂肪族アルコール、炭素数が1~4の脂肪族炭化水素、水素および水などから選択される少なくとも1種を用いることができる。安全性や取り扱いの容易さを考慮すると、前記少なくとも水素原子を有する化合物としては、炭素数が1~4の脂肪族アルコール、特にメチルアルコールが好ましく、また炭素数が1~4の脂肪族炭化水素、特にメタン、エタンなどを好ましく用いることができる。

【0021】

【実施例】

#### 第1実施例

図1~図5は本実施例のプロセスを模式的に示す断面図である。

【0022】(a) 図1に示す工程においては、ウェハの一部を構成するシリコン酸化膜10の上にスパッタ法などの公知の方法によって配線層を構成するアルミニウム合金層12が形成され、このアルミニウム合金層12の上にさらに反射防止膜14が形成される。

【0023】ここで、前記アルミニウム合金層12は、例えばアルミニウム-シリコン合金(A1-Si)、Al-Cu、Al-Si-Cuなどから構成され、その膜厚は例えば5000~10000オングストローム程度とされる。前記反射防止膜14は、露光時におけるアルミニウム合金層上での好ましくない光の反射を防止するものであり、例えばチタ化チタン(TiN)、TiWなどが用いられ、その膜厚は例えば200~1000オングストローム程度とされる。

【0024】前記反射防止膜14の上にはレジスト層16が形成され、通常このレジスト層は15000~20000オングストローム程度の厚さである。

【0025】これら各層の膜厚を例示すれば、前記アルミニウム合金層12は8,000オングストローム、前記反射防止膜14は500オングストローム、前記レジスト層16は18000オングストロームである。

【0026】このような被エッチングウェハを、以下のような条件によってプラズマエッチングする。

【0027】反応ガス:

C1: 流量50~100(SCCM)(標準状態におけるcc/分)

BC1: 流量20~80(SCCM)

5

圧力：5～20 (mTorr)

マイクロ波の出力：400～1000 (W)

高周波の出力：50～150 (W)

ステージ温度：20～60 (℃)

上記の実験条件を例示すれば、C1<sub>2</sub>の流量90 (SCCM)、BCl<sub>3</sub>の流量60 (SCCM)、圧力16 (mTorr)、マイクロ波の出力800 (W)および高周波の出力90 (W)である。このような設定例の場合、例えば、396 nmのアルミニウムの発光をモニターし、エッチング中の発光強度が70%になったところを10 終点とし、その後さらに高周波の出力を60 (W)に維持し、前記終点を判定するまでにかかった時間の50%に相当する時間オーバーエッチングを行った。このエッチングの場合、終点判定時間は76秒で、オーバーエッチング時間は38秒で、合計114秒を要した。

【0028】このようなプラズマエッチングを終了した状態では、図1に示すように、シリコン酸化膜10の表面に、アルミニウム合金層中のシリコンが完全にエッチングされずにシリコン残渣22として存在している。また、アルミニウム合金層12、反射防止膜14およびレジスト層16の側壁には、エッチング過程に生成した側壁保護膜18が存在している。そして、これらの側壁保護膜18を含む表面には残留塩素20が存在している。

【0029】(b)図2に示す工程においては、ウェハを真空中でエッチング室と別室のアッシング室に搬送し、以下の条件でアッシングを行い、レジスト層16の一部および残留塩素20を除去した。

【0030】反応ガス：

O<sub>2</sub> 流量100～300 (SCCM)

CH<sub>3</sub>OH 流量10～50 (SCCM)

圧力：0.5～2 (Torr)

マイクロ波の出力：500～1000 (W)

ステージ温度：20～150 (℃)

アッシング時間：30～120 (秒)

上記の実験条件を例示すれば、O<sub>2</sub>の流量200 (SCCM)、CH<sub>3</sub>OHの流量40 (SCCM)、圧力1 (Torr)、マイクロ波の出力1K (W)、ステージ温度40 (℃)およびアッシング時間60 (秒)である。この実験条件でアッシング処理した場合、図2に示すようにレジスト層16の一部および残留塩素のほぼ全 40 てを除去することができる。

【0031】(c)図3に示す工程においては、反応ガスをO<sub>2</sub>とCHF<sub>3</sub>の混合ガスに切り替えてアッシングを行う。そのときの条件は以下のようである。

【0032】反応ガス：

O<sub>2</sub> 流量100～300 (SCCM)

CHF<sub>3</sub> 流量5～20 (SCCM)

圧力：0.5～2 (Torr)

マイクロ波の出力：500～1000 (W)

ステージ温度：20～150 (℃)

6

アッシング時間：30～120 (秒)

上記の実験条件を例示すれば、O<sub>2</sub>の流量100 (SCCM)、CHF<sub>3</sub>の流量10 (SCCM)、マイクロ波の出力800 (W)、ステージ温度40 (℃)、アッシング時間60 (秒)である。

【0033】このアッシング処理によって、レジスト層16および反射防止膜14が完全に除去され、それと同時にシリコン残渣22も除去される。

【0034】(d)図4に示す工程においては、以下の条件でプラズマを発生させ、フロロカーボンの被膜24を形成した。

【0035】反応ガス：CHF<sub>3</sub> 流量50～200 (SCCM)

圧力：0.5～2 (Torr)

マイクロ波の出力500～1000 (W)

ステージ温度：20～100 (℃)

処理時間10～30 (秒)

上記の実験条件を例示すれば、CHF<sub>3</sub>の流量100 (SCCM)、圧力1 (Torr)、マイクロ波の出力1 (KW)、ステージ温度40 (℃)、処理時間10 (秒)である。このような設定例の場合、ウェハ全面にフロロカーボン被膜24が約500オングストロームの膜厚で形成される。

【0036】この工程においては、前記反応ガスCHF<sub>3</sub>の他に、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、CH<sub>3</sub>Fなどを用いることができる。

【0037】前記フロロカーボン被膜24を形成することにより、仮に残留塩素が微量存在したとしても、後のウェット洗浄にいたる工程で大気中にさらされても、前記フロロカーボン被膜24によって外気との遮断が行われるため、残留塩素に起因する配線層の腐蝕が完全に防止できる。

【0038】(e)図5に示す工程においては、アミン系溶液、例えばメチルアミン、エチルアミンなどの溶液を用いたウェット洗浄により、側壁保護膜18を容易に除去することができる。

【0039】以上の(a)～(e)の工程によって、残留塩素を確実に除去できると共に、エッチング工程で生成される側壁保護膜を簡易なウェット洗浄により除去することができる。

【0040】図9は、前記工程(a)～(d)を連続的に実施することができる装置の一例を示す概略図である。この装置はエッチング室50とアッシング室64とを通路76を介して接続されている。

【0041】前記エッチング室50内にはウェハ100を支持するステージ52が設けられ、このステージ52には高周波電源54が接続されている。エッチング室50には、ガス導入部58およびガス排出部60が設けられ、かつプラズマを発生させるためのマイクロ波導波管 50 56およびソレノイドコイル62が設けられている。図

7

中80はアース電極である。

【0042】前記アッシング室64は、ウェハ100を支持するステージ66、ガス導入部70、ガス排出部72およびマイクロ波導波管68を備えている。そして、前記通路76にはバルブ74が設けられている。

【0043】このような装置を用いることにより、前記工程(a)のプラズマエッチングをエッチング室50で行った後に、図示しないウェハ搬送手段を用いることによりウェハ100をアッシング室64内に真空搬送し、前記工程(b)～(d)を連続的に行うことができる。 10

#### 【0044】第2実施例

図6～図8は本実施例のプロセスを模式的に示す断面図である。

【0045】(a)図6に示す工程においては、ウェハの一部を構成するシリコン酸化膜30の上にスパッタ法などの公知の方法によって配線層を構成するアルミニウム合金層32が形成され、このアルミニウム合金層32の上にさらに反射防止膜34が形成される。

【0046】ここで、前記アルミニウム合金層32は、例えばアルミニウム-シリコン合金(A1-Si)、A 20 1-Cu、A1-Si-Cuなどから構成され、その膜厚は例えば5000～10000オングストローム程度とされる。前記反射防止膜34は、例えばチタ化チタン(TiN)、TiWなどが用いられ、その膜厚は例えば200～1000オングストローム程度とされる。

【0047】前記反射防止膜34の上にはレジスト層36が形成され、通常このレジスト層は15000～20000オングストローム程度の厚さである。

【0048】これら各層の膜厚を例示すれば、前記アルミニウム合金層32は8,000オングストローム、前 30 記反射防止膜34は500オングストローム、前記レジスト層36は18000オングストロームである。

【0049】このような被エッチングウェハを、以下のような条件によってプラズマエッチングする。

#### 【0050】反応ガス：

Cl<sub>2</sub>：流量50～100(SCCM) (標準状態におけるcc/分)

BCl<sub>3</sub>：流量20～80(SCCM)

圧力：5～20(mTorr)

マイクロ波の出力：400～1000(W)

高周波の出力：50～150(W)

ステージ温度：20～60(℃)

上記の実験条件を例示すれば、Cl<sub>2</sub>の流量90(SCCM)、BCl<sub>3</sub>の流量60(SCCM)、圧力16(mTorr)、マイクロ波の出力800(W)および高周波の出力90(W)である。このような設定例の場合、例えば、396nmのアルミニウムの発光をモニターし、エッチング中の発光強度が70%になったところを終点とし、その後さらに高周波の出力を60(W)に維持し、前記終点を判定するまでにかかった時間の50 50

8

%に相当する時間オーバーエッチングを行った。このエッチングの場合、終点判定時間は76秒で、オーバーエッチング時間は38秒で、合計114秒を要した。

【0051】このようなプラズマエッチングを終了した状態では、図6に示すように、シリコン酸化膜30の表面に、アルミニウム合金層中のシリコンが完全にエッチングされずにシリコン残渣42として存在している。また、アルミニウム合金層32、反射防止膜34およびレジスト層36の側壁には、エッチング過程に生成した側壁保護膜38が存在している。そして、これらの側壁保護膜38を含む表面には残留塩素40が存在している。

【0052】(b)図7に示す工程においては、ウェハを真空中でエッチング室とは別室のアッシング室に搬送し、以下の条件でアッシングを行い、レジスト層36の一部、側壁保護膜38およびシリコン残渣42を除去した。

#### 【0053】反応ガス：

O<sub>2</sub>：流量100～300(SCCM)

CHF<sub>3</sub>：流量5～20(SCCM)

圧力：0.5～2(Torr)

マイクロ波の出力：500～1000(W)

ステージ温度：20～150(℃)

アッシング時間：30～120(秒)

上記の実験条件を例示すれば、O<sub>2</sub>の流量200(SCCM)、CHF<sub>3</sub>の流量20(SCCM)、圧力1(Torr)、マイクロ波の出力1(KW)、ステージ温度100(℃)、アッシング時間60(秒)である。このような設定例の場合、側壁保護膜38は完全に除去することができる。また、残留塩素40の一部をも除去することができる。

【0054】(c)図8に示す工程においては、以下の条件で、残留塩素40およびレジスト層36を除去する。

#### 【0055】反応ガス：

O<sub>2</sub>：流量100～300(SCCM)

CH<sub>3</sub>OH 流量10～50(SCCM)

圧力：0.5～2(Torr)

マイクロ波の出力：500～1000(W)

ステージ温度：150～250(℃)

40 アッシング時間：30～120(秒)

上記の実験条件を例示すれば、O<sub>2</sub>の流量200(SCCM)、CH<sub>3</sub>OHの流量40(SCCM)、圧力1(Torr)、マイクロ波の出力800(W)、ステージ温度250(℃)および処理時間60(秒)である。この設定例の場合、レジスト層36および残留塩素40を完全に除去することができる。

【0056】以上の工程(a)～(c)によれば、工程(b)において側壁保護膜を除去した後、工程(c)において高いステージ温度でアッシングを行うことによりレジスト層のみならず残留塩素を完全に除去することが

可能となる。

【0057】以上、本発明の主要な実施例について述べたが、本発明はこれに限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内で種々の改変が可能である。例えば、反応ガスとしては、プロセスに応じて種々のものを選択することができる。

【0058】例えば、プラズマエッチングにおいては、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BCl}_3$ の他に $\text{CCl}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{BBr}_3$ 等を使用することができ、アッシング工程においては、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CHF}_3$ の他に $\text{CH}_2\text{F}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{F}$ 、 $\text{CF}_4$ 等を用いることができる。

【0059】また、少なくとも水素原子を有する化合物として炭化水素化合物を用いても前記実施例と同様の作用が達成できる。炭化水素化合物としてメタンを用いた場合には、例えば前記第1実施例の(b)工程の条件として以下のものを採用できる。

【0060】反応ガス：

$\text{O}_2$  流量100～300 (SCCM)

$\text{CH}_4$  流量10～50 (SCCM)

圧力：0.5～2 (Torr)

マイクロ波の出力：500～1000 (W)

ステージ温度：20～150 (°C)

アッシング時間：30～120 (秒)

【発明の効果】本発明によれば、アルミニウムを含む配線層のエッチング処理によって生成する側壁保護膜の除去を阻害することなく、残留塩素を確実に除去することができる半導体装置の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のプラズマエッチング後の状態を示す概略断面図である。

【図2】第1実施例において、残留塩素を除去するためのアッシング処理後の状態を示す概略断面図である。

【図3】第1実施例において、レジスト層および反射防止膜を除去するためのアッシング処理後の状態を示す概略断面図である。

【図4】第1実施例において、プラズマCVDによって

フッロカーボン被膜を形成した状態を示す概略断面図である。

【図5】第1実施例において、ウェット洗浄によってフッロカーボン被膜および側壁保護膜を除去した状態を示す概略断面図である。

【図6】本発明の第2実施例において、プラズマエッチング後の状態を示す概略断面図である。

【図7】第2実施例において、アッシング処理によってレジスト層の一部および側壁保護膜を除去した状態を示す概略断面図である。

【図8】第2実施例において、アッシング処理によってレジスト層および残留塩素を除去した状態を示す概略断面図である。

【図9】本発明の製造方法を実施するための装置の一例を示す概略図である。

【符号の説明】

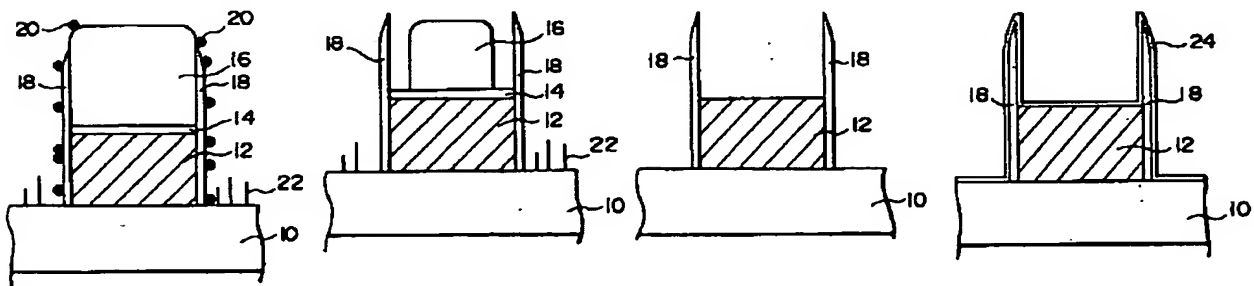
- 10 シリコン酸化膜
- 12 アルミニウム合金層
- 14 反射防止膜
- 16 レジスト層
- 18 側壁保護膜
- 20 残留塩素
- 22 シリコン残渣
- 24 フッロカーボン被膜
- 30 シリコン酸化膜
- 32 アルミニウム合金層
- 34 反射防止膜
- 36 レジスト層
- 38 側壁保護膜
- 40 残留塩素
- 42 シリコン残渣
- 50 エッチング室
- 52 ステージ
- 64 アッシング室
- 66 ステージ
- 100 ウェハ

【図1】

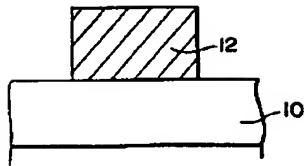
【図2】

【図3】

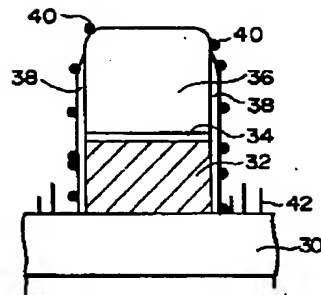
【図4】



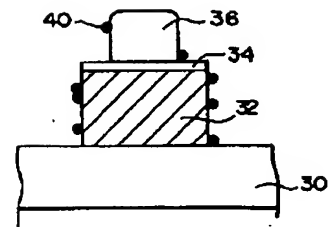
【図5】



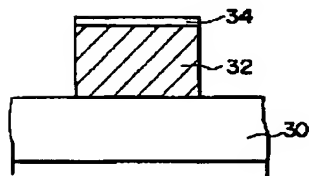
【図6】



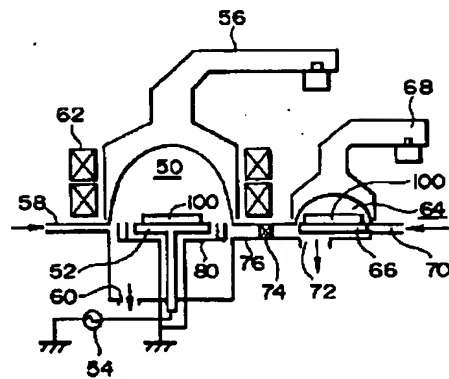
【図7】



【図8】



【図9】



BEST AVAILABLE COPY